



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105586532 B

(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201610179394.0 *G22C 38/04*(2006.01)

(22)申请日 2016.03.25 *G22C 38/08*(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号 *G22C 38/16*(2006.01)
 申请公布号 CN 105586532 A *G22C 38/14*(2006.01)

(43)申请公布日 2016.05.18 *G22C 38/12*(2006.01)

(73)专利权人 攀钢集团成都钢钒有限公司 *G22C 38/06*(2006.01)
 地址 610000 四川省成都市青白江区团结
 南路 *G22C 38/18*(2006.01)

(72)发明人 吴红 林发驹 王洪利 白青青 *G21D 8/10*(2006.01)
 王西江 陈雨 *G21D 1/28*(2006.01)

(74)专利代理机构 四川省成都市天策商标专利
 事务所 51213
 代理人 刘兴亮

(51)Int.Cl. *G22C 38/02*(2006.01)

审查员 周航

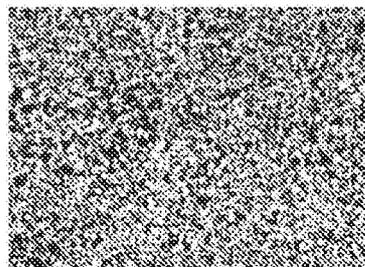
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

低合金高强度大口径厚壁无缝钢管及其制造方法

(57)摘要

本发明涉及冶金技术领域,提供一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管及其制造方法,该方法包括:炼钢:通过冶炼和精炼得到目标钢水,将目标钢水铸锭得到模铸钢锭;锻制管坯:将模铸钢锭经锻造、退火制成管坯;轧管:将管坯在环形炉内以1230℃~1270℃的温度进行加热,加热后穿孔并通过轧管机轧制成型;正火热处理:对轧制成型的钢管进行正火热处理,所述正火热处理过程中,正火出炉管温为920℃~940℃,冷却方式为“风冷”或“风冷加喷雾”冷却。本发明提出的技术方案所生产的钢管的组织均匀,性能良好,实现了高强度和优异的-20℃低温韧性,另外,采用此简化的生产工艺,可提高生产效率,降低生产成本,同时较低的屈强比使钢管具有较好的使用安全性。



1. 一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管的制造方法,其特征在于包括步骤:

A、炼钢:通过冶炼和精炼得到目标钢水,将目标钢水铸锭得到模铸钢锭,所述目标钢水碳当量为0.47%~0.51%,所述目标钢水的化学成分按重量百分比计为:

C:0.17%~0.21%;Si:0.30%~0.50%;Mn:1.40%~1.55%; $P \leq 0.015\%$; $S \leq 0.010\%$;Ni $\leq 0.30\%$;Cu $\leq 0.20\%$;Ti ≤ 0.008 ;Mo ≤ 0.10 ;Al:0.020%~0.050%;B ≤ 0.0005 ;Cr:0.15%~0.25%;Nb:0.03%~0.05%;V:0.05%~0.10%;余量为Fe;

B、锻制管坯:将模铸钢锭经锻造、退火制成管坯;

C、轧管:将管坯在环形炉内以1230℃~1270℃的温度进行加热,加热后穿孔并通过轧管机轧制成型,通过轧管机轧制成型后,将钢管通过风冷加喷雾冷却的方式冷却至200℃以下;

D、正火热处理:对轧制成型的钢管进行正火热处理,所述正火热处理过程中,正火出炉管温为920℃~940℃,冷却方式为风冷或风冷加喷雾冷却,如果冷却方式为风冷加喷雾冷却,则使钢管出喷雾冷却区时钢管内孔的温度为500℃~600℃。

2. 根据权利要求1所述的低合金高强度大口径厚壁无缝钢管的制造方法,其特征在于所述步骤C将管坯在环形炉内以1230℃~1270℃的温度进行加热时,均热段加热温度为1220℃~1260℃。

3. 一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管,其特征在于按照权利要求1~2中任一所述的制造方法制造而成。

4. 根据权利要求3所述的低合金高强度大口径厚壁无缝钢管,其特征在于所述无缝钢管具有以下特性:屈服强度 $\geq 355\text{MPa}$,抗拉强度为510MPa~680MPa,伸长率 $\geq 22\%$, -20°C 切口冲击功 $\geq 27\text{J}$ 。

低合金高强度大口径厚壁无缝钢管及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金技术领域,特别涉及一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管及其制造方法。

背景技术

[0002] 目前,低合金高强度无缝钢管在工程机械、网架结构等行业都得到了广泛的使用,尤其在海洋工程装备和港口机械设备领域,对大口径厚壁无缝钢管的需求在不断增加。

[0003] 对于低合金高强度无缝钢管产品,根据不同的强度级别要求及规格的不同,其制造方法也有很大的区别。对于大口径厚壁无缝钢管来说,一般的制造方法是在选定一定的成分下,经过热加工后,再通过调质热处理工艺达到所要求的强度级别要求,其综合性能指标可达到较好的水平。但此热处理工艺相对复杂、淬火处理比较难控制、成本较高;而且厚壁钢管在淬火过程中内壁出现淬火裂纹的几率较大,容易造成产品报废。

发明内容

[0004] **【要解决的技术问题】**

[0005] 本发明的目的是提供一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管及其制造方法,以解决目前的低合金高强度大口径厚壁无缝钢管在制造时的热处理工艺较复杂以及废品率较高的问题。

[0006] **【技术方案】**

[0007] 本发明是通过以下技术方案实现的。

[0008] 本发明首先涉及一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管的制造方法,包括步骤:

[0009] A、炼钢:通过冶炼和精炼得到目标钢水,将目标钢水铸锭得到模铸钢锭;

[0010] B、锻制管坯:将模铸钢锭经锻造、退火制成管坯;

[0011] C、轧管:将管坯在环形炉内以1230℃~1270℃的温度进行加热,加热后穿孔并通过轧管机轧制成型;

[0012] D、正火热处理:对轧制成型的钢管进行正火热处理,所述正火热处理过程中,正火出炉管温为920℃~940℃,冷却方式为风冷或风冷加喷雾冷却。

[0013] 作为一种优选的实施方式,所述目标钢水碳当量为0.47%~0.51%。

[0014] 作为另一种优选的实施方式,所述目标钢水的化学成分按重量百分比计为:

[0015] C:0.17%~0.21%;Si:0.30%~0.50%;Mn:1.40%~1.55%;P≤0.015%;S≤0.010%;Ni≤0.30%;Cu≤0.20%;Ti≤0.008%;Mo≤0.10%;Al:0.020%~0.050%;B≤0.0005%;Cr:0.15%~0.25%;Nb:0.03%~0.05%;V:0.05%~0.10%;余量为Fe。

[0016] 作为另一种优选的实施方式,所述步骤C中通过轧管机轧制成型后,将钢管通过风冷加喷雾冷却的方式冷却至200℃以下。

[0017] 作为另一种优选的实施方式,所述步骤C将管坯在环形炉内以1230℃~1270℃的温度进行加热时,均热段加热温度为1220℃~1260℃。

[0018] 作为另一种优选的实施方式,所述步骤D中,如果冷却方式为风冷加喷雾冷却,则使雾冷区钢管内孔的温度为 $500^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。

[0019] 本发明还涉及一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管,其按照以上任一所述的制造方法制造而成。

[0020] 作为一种优选的实施方式,所述无缝钢管具有以下特性:屈服强度 $\geq 355\text{MPa}$,抗拉强度为 $510\text{MPa}\sim 680\text{MPa}$,伸长率 $\geq 22\%$, -20°C 切口冲击功 $\geq 27\text{J}$ 。

[0021] 下面对本发明进行详细说明。

[0022] 本发明提供了一种低合金高强度大口径厚壁无缝钢管及其制造方法,该制造方法包括以下步骤:

[0023] 步骤A、炼钢:通过冶炼和精炼得到目标钢水,将目标钢水铸锭得到模铸钢锭。该步骤用于炼制目标钢水,优选地,目标钢水碳当量为 $0.47\%\sim 0.51\%$,在该碳当量值下,通过采用正火热处理工艺,并在正火后采用“风冷+喷雾冷却”或“风冷”加强冷却生产大口径厚壁管,可避免传统工艺下厚壁钢管在淬火过程中内壁出现淬火裂纹的情况,降低了热处理过程的难度,可提高生产效率,降低生产成本。

[0024] 步骤B、锻制管坯:将模铸钢锭经锻造、退火制成管坯。采用此工序的目的是增大变形量,保证特厚壁钢管具有足够的变形量,使钢管最终的晶粒细小,保证大口径厚壁管经正火处理后的力学性能满足要求。

[0025] 步骤C、轧管:将管坯在环形炉内以 $1230^{\circ}\text{C}\sim 1270^{\circ}\text{C}$ 的温度进行加热,加热后穿孔并通过轧管机轧制成型。优选地,管坯在轧制后将钢管快速送至冷床,采用风冷+喷雾冷却方法将钢管冷却至 200°C 以下,以防止钢管晶粒度长大,并避免出现混晶,以使钢管在正火处理后的力学性能满足要求。

[0026] 步骤D、正火热处理:对轧制成型的钢管进行正火热处理,所述正火热处理过程中,正火出炉管温为 $920^{\circ}\text{C}\sim 940^{\circ}\text{C}$,冷却方式为风冷或风冷加喷雾冷却。对于特厚壁无缝钢管的生产,如正火处理后采用空冷方式冷却,钢管的冷却效果较差。为保证钢管的性能满足要求,且整个截面的性能均匀,必须采用合理的正火工艺,即钢管的加热温度、保温时间以及正火后的冷却方式是热处理工艺的关键参数。综合考虑,本发明正火热处理中的正火出炉管温为 $930\pm 10^{\circ}\text{C}$,保温时间根据不同壁厚进行调整,冷却方式采用“风冷+喷雾冷却”或“风冷”,具体地,根据壁厚选择不同的冷却方式。通过采取上述正火热处理工艺才能保证厚壁钢管纵向和横向形成均匀的铁素体+珠光体+少量粒状贝氏体组织,满足高强度、高低温韧性的要求。

[0027] **【有益效果】**

[0028] 本发明提出的技术方案具有以下有益效果:

[0029] (1) 通过采用锻制坯料作为管坯,保证了特厚壁钢管具备足够的变形量,使钢管最终的晶粒细小均匀,能够保证大口径厚壁管经正火处理后的力学性能指标达到要求。

[0030] (2) 管坯在轧制后采用风冷+雾冷冷却至 200°C 以下,以防止钢管晶粒长大,并避免出现混晶,为产品后序正火处理后力学性能满足要求打好基础。

[0031] (3) 在选用碳当量CEV为 $0.47\%\sim 0.51\%$ 的成分时,采用正火热处理工艺,并在正火后采用“风冷+喷雾”或“风冷”加强冷却生产大口径厚壁管,可避免传统工艺下厚壁钢管在淬火过程中内壁出现淬火裂纹的情况,降低了热处理过程的难度,可提高生产效率,降低

生产成本。

[0032] (4) 本发明采用正火热处理工艺生产, 钢管的屈强比较低, 一般在0.75以下, 使钢管具有更好的使用安全性。

附图说明

[0033] 图1为采用本发明的实施例一中方法所生产的 $\Phi 298.5 \times 70$ mm规格特厚壁钢管内壁附近的金相组织图(100 \times)。

[0034] 图2为采用本发明的实施例一中方法所生产的 $\Phi 298.5 \times 70$ mm规格特厚壁钢管壁厚中部的金相组织图(100 \times)。

[0035] 图3为采用本发明的实施例一中方法所生产的 $\Phi 298.5 \times 70$ mm规格特厚壁钢管外壁附近的金相组织图(100 \times)。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面将对本发明的具体实施方式进行清楚、完整的描述。

[0037] 实施例一

[0038] 实施例一用于生产规格为 $\Phi 298.5 \times 70$ mm, 钢级为S355J2H的钢管。

[0039] 生产工艺流程为: 电炉冶炼 \rightarrow LF炉精炼 \rightarrow VD真空处理 \rightarrow 铸锭 \rightarrow 锻制管坯 \rightarrow 退火 \rightarrow 环形炉加热 \rightarrow 穿孔 \rightarrow 轧管机组轧制 \rightarrow 检查 \rightarrow 正火(风冷+雾冷) \rightarrow 矫直 \rightarrow 超探 \rightarrow 检查 \rightarrow 包装。

[0040] 下面对上述生产工艺流程进行详细说明。

[0041] 首先通过电炉冶炼、LF炉精炼、VD真空处理得到目标钢水, 将目标钢水铸锭得到模铸钢锭。目标钢水的化学成分如表1所示, 表1中, 目标钢水碳当量为0.47%~0.51%, 在该碳当量值下, 通过采用正火热处理工艺, 并在正火后采用“风冷+喷雾冷却”或“风冷”加强冷却生产大口径厚壁管, 可避免传统工艺下厚壁钢管在淬火过程中内壁出现淬火裂纹的情况, 降低了热处理过程的难度, 可提高生产效率, 降低生产成本。

[0042] 表1 目标钢水的化学成分要求

[0043]

化学成分(质量分数)/%														
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Nb	Ti	V	Mo	Al	B	CEV
0.17~ 0.21	0.30~ 0.50	1.40~ 1.55	≤ 0.015	≤ 0.010	0.15~ 0.25	≤ 0.30	≤ 0.20	0.03~ 0.05	≤ 0.008	0.05 ~0.1	≤ 0.1	0.020~ 0.050	≤ 0.005	0.47~ 0.51
注1: 有害元素 $As \leq 0.030\%$ 、 $Sn \leq 0.010\%$, 当 As 、 Sn 一项不合时, 按 $0.4As + 6Sn \leq 0.072\%$ 控制。														
注2: 钢中氮 $\leq 0.0090\%$ 。														
注3: 每吨钢水中加入1千克 $FeTi30$ 。														
注4: 碳当量计算公式: $CEV = [C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15]$ 。														

[0044] 然后将模铸钢锭经锻造 \rightarrow 退火制成管坯, 采用此工序的目的是增大变形量, 保证特厚壁钢管具有足够的变形量, 使钢管最终的晶粒细小, 保证大口径厚壁管经正火处理后

的力学性能满足要求。

[0045] 然后在退火后,将管坯在环形炉内以1230℃~1270℃的温度进行加热,加热后穿孔并通过轧管机轧制成型。管坯在轧制后将钢管快速送至冷床,采用风冷+喷雾冷却方法将钢管冷却至200℃以下,以防止钢管晶粒度长大,并避免出现混晶,以使钢管在正火处理后的力学性能满足要求。需要说明,开轧前需要认真检查轧辊、导盘、顶头、芯棒等变形工具的表面质量,并加强芯棒润滑。避免钢管表面产生结疤、麻坑等缺陷。轧制时,环形炉加热温度为1230℃~1270℃,均热段加热温度为1220℃~1260℃,为确保壁厚均匀,坯料的保温时间要足够。

[0046] 然后对轧制成型的钢管进行正火热处理,正火热处理过程中,正火出炉管温为920℃~940℃,冷却方式为风冷或风冷加喷雾冷却。对于特厚壁无缝钢管的生产,如正火处理后采用空冷方式冷却,钢管的冷却效果较差。为保证钢管的性能满足要求,且整个截面的性能均匀,必须采用合理的正火工艺,即钢管的加热温度、保温时间以及正火后的冷却方式是热处理工艺的关键参数。综合考虑,本发明实施例正火热处理中的正火出炉管温为930±10℃,保温时间为130分钟,冷却方式采用“风冷+喷雾冷却”进行冷却。通过采取上述正火热处理工艺才能保证厚壁钢管纵向和横向形成均匀的铁素体+珠光体+少量粒状贝氏体组织,满足高强度、高低温韧性的要求。需要说明,冷却时要控制冷床移动速度,保证出雾冷区时钢管内孔的温度在500℃~600℃,避免产生过多的贝氏体组织影响低温冲击韧性。

[0047] 最后是钢管的矫直、超探、检查、包装。

[0048] 产品检验结果

[0049] 表2为采用本发明的实施例一中方法所生产的Φ298.5×70mm规格特厚壁钢管的力学性能,如表2所示,钢管的强度高、屈强比较低、-20℃低温冲击韧性好,且横截面性能均匀性好。图1~图3为采用本发明的实施例一中方法所生产的Φ298.5×70mm规格特厚壁钢管的金相图,如图1~图3所示,均为均匀的铁素体+珠光体+少量粒状贝氏体组织,晶粒度为7.0级~8.0级。

[0050] 表2 Φ298.5×70mm规格S355J2H力学性能

[0051]

管号	部位	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	屈强比	延伸率 %	冲击温度 ℃	槽口/ 方向	10*10 V 型冲击功 J			
								冲击			均值
管1	内	406	587	0.69	32.0	-20	LV	209	220	152	194
	中	410	600	0.68	32.0	-20	LV	129	130	90.8	117
	外	399	580	0.69	32.5	-20	LV	121	174	77.8	125
管2	内	376	552	0.68	33.0	-20	LV	120	120	102	115
	中	407	594	0.69	32.0	-20	LV	111	145	116	125
	外	390	572	0.68	32.5	-20	LV	149	133	127	137

[0052] 从以上实施例可以看出,采用本发明实施例生产的钢管的组织均匀,性能良好,实现了高强度和优异的-20℃低温韧性,其综合性能完全可以满足用户使用要求。另外,采用此简化的生产工艺,可提高生产效率,降低生产成本。同时,较低的屈强比使钢管具有较好的使用安全性。

[0053] 需要说明,上述描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例,也不

是对本发明的限制。基于本发明的实施例，本领域普通技术人员在不付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明的保护范围。

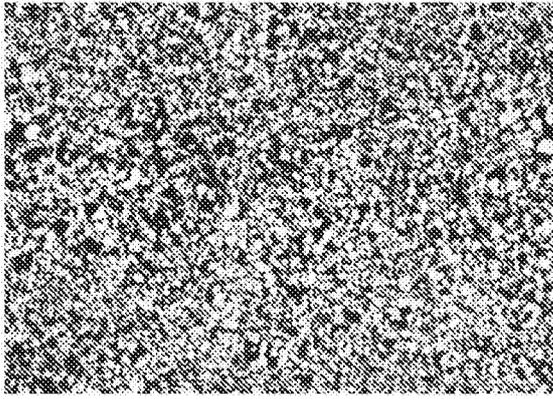


图1

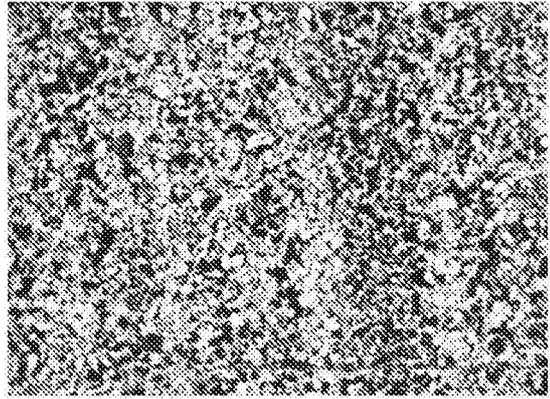


图2

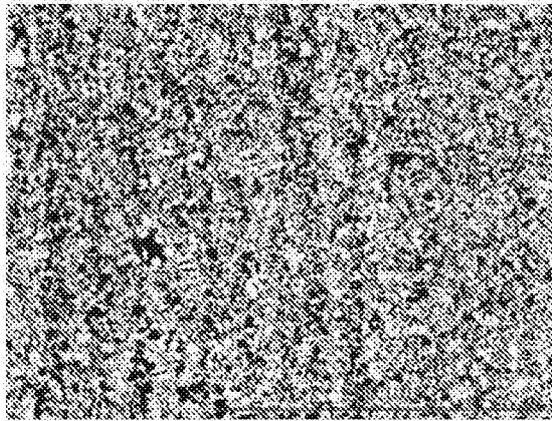


图3